La Historia de la Tierra

LO QUE NOS ENSEÑA ESTE CAPÍTULO

HEMOS considerado la tierra en su conjunto y también desde algunos puntos de vista especiales, esforzándonos por ahondar todo lo posible el asunto, aunque no lo suficiente para encontrar bajo nuestras plantas la explicación de los fenómenos que ocurren en la superficie. Pero antes de terminar esta parte de nuestro estudio, es preciso que dediquemos algunas páginas a otra parte de la superficie terrestre que nos interesa de un modo más inmediato, al suelo, tierra laborable o tierra vegetal, a la que todos los seres vivientes deben el sustento. Estamos, por decirlo así, pegados al suelo, y sin él no podríamos vivir. Es condición esencial para la existencia de la vida, el hecho de que la parte más externa de la corteza terrestre pueda convertirse en esa delgada capa, que llamamos suelo.

EL SUELO Y SU UTILIZACIÓN

CUANTO más conocemos nuestro mundo, se nos ofrece con mayor claridad la idea de que su magno propósito es la vida. Hemos de considerar al planeta como germen de vida y como teatro o escenario en que ésta se desenvuelve; y ya hemos visto que de los seres que viven en la tierra, los que respiran directamente el aire han adquirido un desarrollo más elevado. Ahora bien; estudiando esta vida, vemos que depende de lo que ocurre en la verdadera superficie de la corteza, es decir, donde el aire y la tierra se tocan. Vemos también, que esa capa superficial, hasta la profundidad de algunos centímetros (que en ciertos casos pueden pasar de un metro) transformada por la influencia del aire, del agua de la luz y de la vida, se convierte en lo que llamamos suelo.

Sabemos que la vida animal depende de la vegetal, y ésta, a su vez, depende del suelo. De manera que puede decirse que todo cuanto contribuye en el planeta a sostener las formas más elevadas de la vida, está subordinado a ciertos procesos que se desarrollan continuamente en la misma superficie de la corteza terrestre.

Cuando estamos en el campo o bien a orillas del mar, nos hacemos cargo fácilmente de lo que viene a ser el suelo, pues, entre otras cosas, observamos, por encima de los acantilados de piedra caliza o de otras rocas, que hay una capa delgada muy distinta de lo restante; esta capa es lo que constituye el suelo. Podemos verla extendida sobre las rocas calizas, en una cortadura cualquiera del terreno; y si la estudiamos allí, al punto comprenderemos que estamos estudiando lo que ocurre en toda la extensión de la parte seca del globo terráqueo, excepto en los desiertos y en las regiones cubiertas de hielo o de nieves perpetuas; y de este proceso, que tan fácilmente podemos estudiar, está pendiente la vida de todo el género humano.

Si miramos un acantilado de piedra caliza desde la playa, vemos cerca de la superficie y hasta la profundidad de algunos centímetros, que su color, en vez de blanco, es pardo; la creta ha sido convertida en tierra vegetal o suelo, por el proceso llamado «meteorización». El color pardusco es debido a la presencia del hierro, que, según hemos visto, es indispensable para todo género de vida. Suele suceder que la lluvia, al gotear por los lados de las rocas, arrastre un poco de ese hierro, y por esto se ven rayas pardas que manchan la superficie blanca del acantilado.

En esos pocos centímetros de roca transformada es en donde brota la vida vegetal. Desde que empezamos a estudiar la historia de la tierra se han descubierto muchos hechos de sumo interés e importancia, relativos al suelo, y ahora tenemos la suerte de poderlos aprender.

Sabemos que todo ser viviente necesita nitrógeno o ázoe como elemento de nutrición; sabemos también que las cuatro quintas partes de la atmósfera, aproximadamente, se componen de este gas, estando, por lo tanto, en contacto con él la superficie de la tierra y todo cuanto crece en ella. Asimismo se com-

prende desde luego que, siendo el suelo algo esponjoso, encierra siempre una buena cantidad de aire, el cual también se compone, en su mayor parte, de nitrógeno. Es, pues, de suponer que una planta verde, de cualquiera especie que sea, tomará el nitrógeno necesario del aire del suelo. Sabemos, por otra parte, que las plantas verdes se nutren del ácido carbónico de la atmósfera, y puesto que necesitan nitrógeno, es presumible que también aprovechen el que entra en la composición del aire libre.

EL NITRÓGENO O ÁZOE, SIN EL CUAL NO PODRÍAN VIVIR LAS PLANTAS NI LOS ANIMALES

Ahora bien, nosotros y los animales inferiores necesitamos igualmente nitrógeno. Pero nadie ignora que el que penetra en la sangre por medio del aire que aspiramos, no es utilizado, siendo así que un animal cualquiera se moriría por falta de esa substancia a pesar de que su sangre contenga grandes cantidades de ella. Esto es debido a que no podemos utilizar el nitrógeno si no se halla en combinación con otros elementos; y hace algunos años se descubrió un hecho tan sorprendente como inesperado, y es que las plantas se parecen a nosotros en lo tocante a ese particular. Ellas pueden alimentarse con el gas ácido carbónico, aunque nosotros no podamos hacerlo; pero ni las plantas ni los animales o los hombres pueden utilizar directamente el nitrógeno del aire. Esto fué demostrado hará cosa de cincuenta años. Pero es indudable que las plantas necesitan nitrógeno, y quienquiera que entienda algo de cultivos, sabe que es preciso suministrar al suelo compuestos nitrogenados. Lo interesante es saber cómo se obtienen esos compuestos.

Sabido es que, cuando cae un rayo o cuando ocurre en la atmósfera una perturbación eléctrica cualquiera, se combinan cierta cantidad de oxígeno y de nitrógeno, y los compuestos formados son en gran parte arrastrados al suelo por la lluvia. De manera que tenemos por lo menos una fuente de compuestos nitrogenados utilizables para la vida vegetal, fuente que puede considerarse más o menos como continua.

EL MISTERIO DEL NITRÓGENO CONTENIDO EN EL SUELO

Todo el que se dedica al cultivo de las plantas, sabe, sin embargo, que en la práctica no puede contarse con esos compuestos nitrogenados. Si así lo hiciéramos y no hubiese desde un principio en el suelo otros, las plantas no crecerían, y faltarían las cosechas de las cuales saca su sustento el hombre. O para hablar con más exactitud, las plantas crecerían hasta haber consumido los compuestos nitrogenados que contenían las semillas, y agotados éstos, cesaría el desarrollo. Resulta, pues, evidente que ha de haber alguna otra fuente de compuestos de nitrógeno, además de los que la lluvia recoge en el aire para arrastralos al suelo.

Y sabemos ésto porque en algunas partes del mundo se encuentran en el suelo enormes cantidades de compuestos de nitrógeno, cuyo origen no puede ser el mencionado. Debe ocurrir en la tierra laborable *alguna otra cosa*, merced a la cual el nitrógeno del aire se combina con otros elementos, convirtiéndose en compuestos que sirven para la nutrición de las plantas. Decimos entonces que el nitrógeno se ha «fijado» en una forma u otra; y esta fijación del nitrógeno atmosférico es objeto de especial atención por parte de los que se dedican al estudio del suelo, habiéndose descubierto algunas cosas maravillosas.

CÓMO SE ASOCIAN LOS MICROBIOS Y LAS PLANTAS

Hay cierta clase de plantas de las que se sabe, desde hace tiempo, que poseen la facultad especial de crecer y fructificar aun hallándose privadas de los compuestos nitrogenados que necesitan las demás. Se les da el nombre de plantas *leguminosas*, porque producen legumbres, o sea, frutos encerrados en vainas u hollejos, tales como los guisantes. Pues bien, se observa que las plantas cuyas semillas o frutos se crían en esas vainas—como los guisantes, las habas, las judías y los garbanzos—se portan como si tuviesen la facultad de

nutrirse con el nitrógeno del aire. Si examinamos estas legumbres veremos que contienen tanto nitrógeno, que su presencia únicamente puede explicarse atribuyéndola a un origen atmosférico.

Los que comenzaron a estudiar estas plantas encontraron que, en varios puntos de sus raíces, tienen unos bultos o nudosidades diminutas, y que si carecen de dichas nudosidades ya no pueden utilizar el nitrógeno del aire y se conducen como las demás plantas. Además, tales nudosidades sólo se encuentran en las raíces de las plantas que se han criado en terreno abonado. Si las plantas han crecido en la arena y no se ha colocado abono alguno cerca de ellas, no aparecen los consabidos bultos en sus raíces, y no pueden crecer si no se les suministran compuestos de nitrógeno. Hay, por lo tanto, alguna cosa en el suelo que causa esas nudosidades y a la que la planta debe su facultad de utilizar el nitrógeno atmosférico.

Pronto se descubrió que esos tumores están llenos de una clase especial de microbios. Entre la planta leguminosa y el microbio se establece una especie de asociación, siendo éste tan sólo un ejemplo entre los muchos que conocemos de asociaciones parecidas entre seres de distinta especie y aun de distinto reino. Los guisantes, las habas, etc. ofrecen a los microbios el azúcar y el almidón que ellos, no siendo verdes, no pueden elaborar por sí solos, pero que les son de gran utilidad. Los microbios, por otra parte, poseen la singular facultad, de que carecen las plantas verdes, de fijar el nitrógeno del aire, esto es, de combinarlo con otros elementos. Los compuestos formados de este modo, son entregados a la planta, la cual prospera, pues, así, de igual manera que si se introdujera en el terreno una provisión abundante de nitratos. Quedó, pues, demostrado que los microbios podían fijar el nitrógeno, pero fracasaron todos los intentos realizados para que dichos microbios hicieran lo propio con otros vegetales, como, por ejemplo, el trigo. Tal asociación sólo es posible entre los microbios y las leguminosas.

LA ENERGÍA SUMINISTRADA A LAS PLANTAS POR EL NITRÓGENO

Era evidente que faltaban muchas cosas por descubrir, las cuales se han averiguado ahora. Desde luego parecía probable que, puesto que había ciertos microbios capaces de fijar el nitrógeno del aire, podía haber también otros, que, viviendo libres en el suelo, pudiesen fijarlo, procurando de esta manera compuestos azoados para la vida de las plantas verdes en general, sin exceptuar los árboles, las hierbas y los cereales.

Ahora bien; hay en esto un punto importantísimo, en el cual conviene fijarse. Cuando hacemos que el nitrógeno se combine con cualquiera substancia, se produce energía, según suele decirse; es decir, que en los compuestos de nitrógeno hay más energía que en este elemento por sí solo; y tal energía es cabalmente la que necesita y utiliza la planta. Pero de nada no puede producirse nada. Si, pues, formamos compuestos de nitrógeno en el laboratorio químico, sabemos que es preciso gastar cierta cantidad de electricidad o de calor proporcionada a la cantidad que tomemos de los elementos combinados; del mismo modo que cuando esos compuestos se forman por la acción natural de la electricidad atmosférica. Pues bien, aunque la vida es cosa milagrosa, y puede realizar maravillas, es, no obstante, incapaz de crear ni destruir energía; puede transformar, nunca crear. Cuando vemos que un microbio suscita una composición de nitrógeno, forzosamente hemos de admitir que de alguna parte ha obtenido la facultad de suscitarla, de igual manera que el químico cuando hace alguna combinación en su laboratorio.

DE QUÉ MODO LOS MICROBIOS ALIMENTAN LAS PLANTAS CON COMPUESTOS NITROGENADOS

Esto quiere decir que para que los microbios puedan elaborar compuestos de nitrógeno, es preciso que, al nutrirse, les sea suministrada la energía indispensable a la formación de esos com-

puestos. Tratándose de microbios que viven de las raíces de las plantas leguminosas, la energía proviene de esas plantas; este hecho es una parte del objeto de la asociación entre ellos, y se manifiesta principalmente en forma de azúcar o de almidón, substancias que poseen la facultad de comunicarnos fuerza; y cuando son ofrecidas y recibidas por los microbios, éstos transmiten la facultad de aquéllas a los compuestos de nitrógeno que ellos forman.

Pero el problema parece que nos encierra en un círculo vicioso: las plantas verdes necesitan nitratos y los microbios necesitan la ayuda de esas plantas para poder elaborar dichos nitratos. Lo primero que se nos ocurre preguntar es: pues ¿de dónde procede la energía? No es difícil contestar a esta pregunta. La energía viene del sol. La potencia del sol es lo que está almacenado en el azúcar elaborado por la planta; esa es la potencia que el microbio toma comunicándola a los nitratos que él ha compuesto. En algunas partes del mundo se encuentran terrenos que contienen cantidades enormes de nitratos. En la República Argentina, en Rusia y en el Estado de Manitoba existen esas tierras ricas que son, claro está, el ideal del agricultor, y en las que crece con mayor abundancia el trigo de calidad superior. Cada hectárea de dichas tierras contiene un peso considerable de nitratos, y el espesor de la capa vegetal es de más de un metro.

DE QUÉ MODO EL PODER DE LOS MICROBIOS PROVIENE, EN PRIMER TÉRMINO, DEL SOL

Tenemos la seguridad de que esos compuestos de nitrógeno han sido elaborados por microbios; no por los mismos que se sustentan de las raíces de las leguminosas, sino por otros. Pero debemos tener en cuenta la ley de la conservación de la energía, o sea, que toda fuerza ha de tener origen definido. ¿De dónde viene la potencia utilizada por los microbios? Proviene del sol, por medio de las plantas verdes. El significado y explicación de la existencia de esas maravillosas tierras, es que la vegetación natural se ha desarrollado en ellas por largo espacio de tiempo, absorviendo la fuerza del sol y transformándola en substancias que van a parar al suelo, donde nutren a los microbios y les permiten fijar el nitrógeno del aire. En cierta escuela de agricultura, en donde se enseñan multitud de principios importantes relativos a la composición de las tierras labrantías, se han comparado cuidadosamente dos terrenos situados uno al lado del otro.

DE QUÉ MODO LA TIERRA ALMACENA LA FUERZA DEL SOL

El uno ha sido cultivado en la forma usual, recogiendo cada año las cosechas para ser consumidas; el otro ha sido descuidado intencionadamente por espacio de veinticinco años; éste se ha convertido en terreno inculto y ahora es un prado para ganadería. El suelo fué examinado detenidamente hace veinticinco años, determinándose la cantidad de nitratos que contenía. Resulta ahora que la porción de terreno cultivado no contiene más nitratos que los que había al principio, mientras en la porción convertida en pradera inculta se han ido acumulando cantidades enormes de compuestos de nitrógeno. Las plantas verdes han ido creciendo un año tras otro; su azúcar y su almidón, en lugar de ser recogidos por el cosechero, han vuelto a la tierra para nutrir los microbios que fijan el nitrógeno.

Se ha descubierto hace poco ese microbio, el cual es, probablemente, más importante que otro alguno; es conocido con el nombre algo complicado de *azotobacteria*, palabra que significa la bacteria o microbio relacionado con el ázoe o nitrógeno. En la escuela antes citada se han examinado recientemente tierras procedentes de todas las partes del mundo: de Siberia, de Australia, del Canadá y de otros puntos, y en todas ellas, sin excepción alguna, se ha encontrado el referido microbio. Es de forma redonda y de tamaño regular, sin que nada en su aspecto revele la facultad que posee. Si pudiéramos penetrar en lo más hondo de su ser, veríamos que es un maravilloso transformador de energía.

UN MICROBIO MARAVILLOSO QUE ES COMO UN HORNO EN QUE ARDE EL AZÚCAR

Puede comparase a un horno. Consume el almidón y el azúcar con rapidez asombrosa, y al quemarlos forma compuestos nitrogenados. En toda la tierra, el crecimiento de las plantas verdes necesarias para nuestra vida, depende del justo equilibrio entre dichas plantas, que se nutren del ácido carbónico del aire, pero no del nitrógeno, y ese microbio que se alimenta del nitrogéno, si las plantas le suministran los productos de su nutrición. Esto significa, en realidad, que el descubrimiento maravilloso realizado en lo que se refiere a las plantas leguminosas, es aplicable a todas las plantas verdes. Las leguminosas emplean un procedimiento propio, y la clase especial de microbios con los cuales están asociadas, viven dentro de las mismas raíces. Pero el principio es aplicable, en lo esencial, a todas las plantas en general, si bien la azotobacteria lo mismo se cría libremente en el suelo, que se aloja en las raíces de las plantas.

Es condición necesaria para la existencia de la azotobacteria que el suelo no sea ácido. Se encuentran algunas veces tierras que se han vuelto ácidas, porque alguna substancia les ha comunicado un principio de acidez. En tal caso la azotobacteria no puede vivir y, por lo tanto, esas tierras resultan estériles. Con frecuencia nosotros mismos tenemos la culpa de ello, pues añadimos al suelo substancias diversas con objeto de beneficiarlo, las cuales suelen ser atacadas por los microbios y convertidas en ácidos.

LOS MILLONES DE MICROBIOS ÚTILES QUE VIVEN EN EL SUELO

Con semejantes procedimientos, en vez de beneficiar el suelo, lo que hacemos es destruir las azotobacterias. Empezamos ahora a darnos cuenta del complicado carácter del suelo. No es posible hallar palabras que den idea adecuada de lo atestada que está la tierra vegetal de todo género de microbios. La superficie del suelo recibe constantemente los residuos o detritus de la vida, como las hojas, los tallos, y otras cosas por el estilo. Contiene, además, restos de animales, sin contar los abonos que se le añaden deliberadamente.

Todas estas substancias se transforman rápidamente cuando penetran en el suelo; y es fácil demostrar que su transformación se debe a los microbios. Si calentamos una porción de tierra para matar esos organismos, cesan todos esos cambios; asimismo dejarán de producirse, si agregamos al suelo cualquiera substancia, como el cloroformo, que destruya dichos microbios. Esto, claro es, no es cosa de desear, pero lo cierto es que la mayor parte de los cambios que ocurren en el suelo sirven para preparar la nutrición de las plantas verdes. Como ya sabemos, las mismas hojas que caen en otoño se convierten en alimento al volver la primavera, siempre que a los microbios se les permita ejecutar su trabajo.

Ahora bien; la química ordinaria del suelo tiene suma importancia. Ya hemos visto lo importante que es la diferencia entre una tierra ácida y una tierra alcalina, de manera que, en determinados casos, conviene que añadamos al suelo ciertas substancias químicas, como los nitratos, los carbonatos y las sales de amoníaco. Sin embargo, el resultado es muchas veces más perjudicial que benéfico, si lo que agregamos perturba el equilibrio entre la acción de los microbios y la del suelo; y empezamos a comprender que el resultado depende más bien de los microbios vivos que de los compuestos químicos inertes. Así llega, pues, a plantearse el problema de, si nuestros conocimientos respecto de las tierras nos podrían permitir suministrarles las dosis de microbios más adecuadas a su fertilización, y de este modo obtener resultados aún más satisfactorios, que recurriendo a los abonos químicos.

MICROBIOS HOLGAZANES QUE NO QUISIERAN GANARSE LA VIDA

Los hombres que se dedican a tales estudios comenzaron por averiguar qué especie de microbios se criaban en las raíces de las plantas leguminosas.

Lograron criarlos separadamente, del mismo modo que se ha hecho con los microbios de la tisis y con otros; luego se les ocurrió aplicar a la tierra los productos obtenidos. Al principio fracasaron, porque los microbios, acostumbrados en el laboratorio a una alimentación abundante y fácil, se habían vuelto holgazanes y se negaban a trabajar al ser devueltos a la tierra. Este es, ni más ni menos, otro ejemplo de un principio aplicable universalmente a todos los seres vivos. En vez de tener que trabajar para ganarse la subsistencia, los microbios habían sido criados en probetas o tubos de vidrio y alimentados espléndidamente, lo cual, sin duda, les ponía muy contentos y rollizos; pero les incapacitaba para toda labor provechosa, como les ocurre a todas las personas que comen demasiado y no trabajan. No obstante esto, se consiguió vencer esta dificultad, y entonces fué cuando se vió que todas las tierras contienen, ya desde un principio, alguna clase de microbios útiles.

Mucha gente cree que esta fertilización del suelo por medio de los microbios vivos es muy provechosa; mas por otra parte, hay quien opina que este hecho aun no está bien comprobado. Andando el tiempo lo veremos, y por lo menos no caben dudas de que, si bien todavía no podemos obtener lo que deseamos, no tardaremos en conseguirlo. Hay un punto importantísimo sobre el cual conviene insistir. Cuando gastamos carbón o el llamado aceite mineral (petróleo), consumimos en realidad el caudal de energía acumulado desde tiempos remotos por las plantas que entonces vivieron y absorvieron la luz del sol.

DE QUÉ MODO LA LUZ DEL SOL QUE BRILLÓ EN TIEMPOS PASADOS NOS SIRVE AHORA PARA FERTILIZAR LOS CAMPOS DE TRIGO

Sabemos ahora que en los países donde se cosecha trigo para nutrir los millones de habitantes de la tierra, el hombre viene consumiendo igualmente su capital. Es cierto que, en algunas regiones donde se cultiva el trigo, es enorme el caudal de energía acumulada, pero ésta no es inagotable. Los verdes campos de trigo que en la actualidad cubren una parte tan importante de la superficie terrestre, consumen, claro es, la luz despedida actualmente por el sol, y sabemos que no podrían crecer sin ella. Pero si no tuvieran otra fuente de energía no podrían crecer como lo hacen. En lo principal viven a expensas de la luz del sol, que brilló en tiempos pasados, del mismo modo que si tuviesen que alimentarse de carbón, como las máquinas, que no son seres vivos.



Las cosechas de trigo son espléndidas en regiones como las provincias de Buenos Aires, Santa Fe y Córdoba de la República Argentina, en donde el suelo ha permanecido inculto por espacio de muchos siglos.

Hemos averiguado que la riqueza de los suelos en donde crecen esas plantas, se almacenó entonces, y ha sido transformada por las azotobacterias del azúcar y del almidón que elaboraron las plantas verdes de las edades pasadas

con la ayuda de la luz del sol. Las tierras actualmente fértiles son las que hasta ahora han permanecido incultas, como el suelo de aquel terreno que se dejó sin cultivo en la escuela de agricultura por espacio de veinticinco años y que se hizo feraz porque los hombres no vinieron a arebatarle el caudal acumulado año tras año. Las personas que reflexionan acerca del particular, acuden ahora a la ciencia, para que les ayude a resolver esos problemas.

UNA COSA QUE NO PUEDE HACER NI LA CIENCIA NI LA NATURALEZA

Se figuran que, cuando el carbón o las tierras fértiles estén agotadas, la ciencia les facilitará alguna otra cosa. Ahora bien; la ciencia puede realizar muchísimas maravillas, pero no puede sacar algo de la nada, por la sencilla razón de que ni la misma naturaleza puede hacerlo. La ciencia puede averiguar cuál es el mejor modo de aprovechar toda la luz del sol que actualmente recibe la tierra; pero cuando hayamos consumido la luz del sol de las edades pasadas, como lo estamos haciendo, el hombre no hallará otra cosa con que poder mantenerse, pues no es posible tomar a préstamo por anticipado la luz que ha de brillar en lo venidero.



Las grandes cosechas del Canadá son debidas a los nitratos que se han acumulado en el suelo durante el transcurso de muchos siglos.

Después de esto, vamos a entrar ahora en otra parte de la *Historia de la Tierra.* Tenemos ya una idea de lo que es el globo terráqueo y hemos estudiado algunos otros mundos del espacio para conocer algo más todavía acerca del nuestro. También hemos averiguado algo relativo a los diversos elementos de que se compone la tierra, así como el sol y las estrellas, y de qué modo se combinan entre sí. Queda todavía un estudio muy vasto e importantísimo que se llama física, palabra derivada del nombre que los griegos daban a la naturaleza.

Se entiende ahora por física el estudio del movimiento y del calor, de la luz, del sonido y de la electricidad. Claro es que no existe realmente un límite que separe, por ejemplo, a la física de la química, no pudiendo imaginarnos la existencia de la una sin la otra. La naturaleza no está dividida en compartimentos herméticos, si bien, desgraciadamente, la consideramos muchas veces como si lo estuviera; e igualmente consideramos la inteligencia humana. Si conviene estudiar una sola ciencia de una vez, es para mayor comodidad y porque no podemos abarcarlo todo a un mismo tiempo. Estudiaremos, pues, a continuación las leyes del movimiento, lo cual es mucho más interesante de lo que acaso nos hemos figurado.